

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Саровский физико-технический институт -**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего  
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
(СарФТИ НИЯУ МИФИ)

**ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**КАФЕДРА «ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ»**

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФТФ, член корр.РАН, д.ф.м.н.

\_\_\_\_\_ А.К.Чернышев

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ФИЗИКА ГАЗОВОГО РАЗРЯДА**

наименование дисциплины

Направление подготовки (специальность) 3.04.01 «Прикладные математика и физика»

Наименование образовательной программы электрофизика

Квалификация (степень) выпускника магистр

Форма обучения очная

Программа одобрена на заседании кафедры Заведующий кафедрой «ЭФ»,  
д.ф.м.н., **!** доцент

протокол № 2 от 04.02.2022г. \_\_\_\_\_ Ю.Б. Кудасов

04.02.2022г. 2022г.

г. Саров, 2022г.

Программа переутверждена на 202\_\_\_/202\_\_\_учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202\_\_\_/202\_\_\_ учебный год.  
Заведующий кафедрой ЭФ, д.ф-м.н., доцент Ю.Б. Кудасов

Программа переутверждена на 202\_\_\_/202\_\_\_учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202\_\_\_/202\_\_\_ учебный год.  
Заведующий кафедрой ЭФ, д.ф-м.н., доцент Ю.Б. Кудасов

Программа переутверждена на 202\_\_\_/202\_\_\_учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202\_\_\_/202\_\_\_ учебный год.  
Заведующий кафедрой ЭФ, д.ф-м.н., доцент Ю.Б. Кудасов

Программа переутверждена на 202\_\_\_/202\_\_\_учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202\_\_\_/202\_\_\_ учебный год.  
Заведующий кафедрой ЭФ, д.ф-м.н., доцент Ю.Б. Кудасов

Семестр	В форме практической подготовки	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	КР/ КП	Форма(ы) контроля, экз./зач./ЗСО/
<b>3</b>	32	2	72	16	16	-	40	0	Зачет
<b>ИТОГО</b>	<b>32</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>40</b>	<b>0</b>	<b>Зач.</b>

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью курса является обеспечение базовой подготовки в области физики плазмы: ознакомление с основными физическими процессами, сопровождающими электрический пробой газов. Приобретение учащимися базовых знаний в области физики газового разряда и методов диагностики низкотемпературной плазмы. Особое внимание уделяется высоковольтным импульсным разрядам, а также электропрочности элементов лабораторных электрофизических высоковольтных установок. Кратко обсуждаются вопросы, связанные с атмосферным электричеством.

## **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО**

Дисциплина «Физика газового разряда», входит в первый блок: «Дисциплины» часть, формируемая участниками образовательных отношений, учебного плана по направлению подготовки 03.04.01 «Прикладная математика и физика» по программе «Электрофизика». Опирается на материал следующих дисциплин, читаемых студентам физико-технических специальностей: теоретические основы электротехники, уравнения математической физики, электродинамика, физика плазмы, квантовая механика, сильноточная электроника.

Для успешного освоения дисциплины необходимо знание учащимися курсов высшей математики и общей физики. Предполагается знание материала, входящего в учебный план обучения бакалавра классического университета по направлению подготовки – физика. Необходимо иметь начальные навыки обращения с чертежами и электронными схемами. Обладать знанием основ электроники, приборов и методов исследования электрофизических процессов.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

#### Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
<b>Тип задачи профессиональной деятельности: проектный</b>			
организация выполнения проектов исследовательской и инновационной направленности в качестве исполнителя, ответственного за выполнение отдельного направления работ	мощные электрофизические установки: мощные источники электрических импульсов, крупномасштабные лабораторные электрофизические установки высоковольтные и сильноточные системы, ускорители заряженных частиц, мощные ВЧ- и СВЧ-генераторы, взрывомагнитные источники энергии, диагностические комплексы, и вспомогательное оборудование.	ПК-11 Способен разрабатывать методики исследований, планировать экспериментальные и теоретические работы, формулировать план исследований, распределения задач и этапов их решения, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию в соответствии с требованиями работодателя.	З-ПК-11 Знать основные методики, цели и задачи научно-прикладных проектов, разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых задач. У-ПК-11 Уметь формулировать план исследований, распределения задач и этапов их решения, проектную и рабочую техническую документацию в соответствии с требованиями работодателя. В-ПК-11 Владеть навыками разработки теоретических моделей решаемых задач
		ПК-14.1 способен к обеспечению безопасности при проведении работ на ядерно-физических и электрофизических установках, с делящимися материалами, радиоактивными веществами и радиоактивными отходами	З-ПК-14.1 знать федеральные нормы и правила, отраслевые нормативные документы электробезопасности и охране труда при эксплуатации исследовательских электрофизических установок – источников излучения, высоковольтного и измерительного оборудования; технические характеристики установок и оборудования; технологические регламенты безопасной эксплуатации установок и оборудования У-ПК-14.1 уметь

			<p>анализировать научно-техническую информацию по теме исследований, в том числе для организации контроля за техническим состоянием установок и оборудования; средств измерений, контроля, управления и автоматике, обеспечивающих безопасную эксплуатацию установок и стендов</p> <p>В-ПК-14.1 владеть навыками разработки планов перспективных исследований по инновационным электрофизическим технологиям и мероприятий по обеспечению электробезопасности планируемых работ</p>
--	--	--	---

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ\*

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ недели	Виды учебной работы						
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы	СРС	Текущий контроль (форма)*	Максимальный балл (см. п. 6.3)	
			16	16	-	40			
<b>Семестр № 3</b>									
<b>1.</b>	<b>РАЗДЕЛ 1</b>	<b>1-16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>40</b>			
1.1.	Введение в физику газового разряда. Элементы кинетической теории газов.	1	1	1	-	5	УО	3	
1.2.	Катодные процессы.	2	2	2	-	5	УО	3	
1.3	Дрейф и диффузия заряженных частиц в электрическом поле.	3	1	1		5	УО	3	
1.4	Рождение и гибель заряженных частиц.	4-5	2	2		5	УО	3	
1,5	Таунсендовский механизм пробоя газа и зажигание самостоятельного разряда.	6	1	1	-	5	УО	3	
1.6	Стриммерный пробой.	7-8	2	2	-	5	УО	3	
1.7	Основные типы газовых разрядов.	9-10	2	2	-	5	УО	3	
1.8	Методы исследования газового разряда.	11-12	2	2	-	5	УО	3	
1.9	Применение газовых разрядов в науке и технике.	13-14	2	2		5	УО	3	
<b>Рубежный контроль</b>		<b>15</b>						<b>ДЗ</b>	<b>5</b>

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ недели	Виды учебной работы					Текущий контроль (форма)*	Максимальный балл (см. п. 6.3)
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы	СРС			
			16	16	-	40			
Промежуточная аттестация		<b>Зачет</b>					<b>зач</b>	<b>0-50</b>	
Посещаемость								<b>5</b>	
Итого:		<b>16</b>	<b>16</b>		<b>40</b>		<b>зач</b>	<b>100</b>	

\*Сокращение наименований форм текущего, рубежного и промежуточного контроля:

УО – устный опрос

ДЗ – домашнее задание

З -зачет

## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

### Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	1 тема. Введение в физику газового разряда. Элементы кинетической теории газов.	Распределение частиц по скоростям. Упругие и неупругие столкновения. Эффективное сечение взаимодействия. Частота столкновения. Длина свободного пробега.
2.	2 тема. Катодные процессы. Испускание электронов твердыми телами.	Электроны проводимости в металле. Работа выхода. Эмиссия электронов под действием частиц. Термоэлектронная эмиссия. Автоэлектронная эмиссия. Термоавтоэлектронная эмиссия. Взрывная эмиссия.
3	3 тема. Дрейф и диффузия заряженных частиц в электрическом поле.	Дрейф электронов в слабоионизованном газе. Подвижность. Дрейф и диффузия ионов. Свободная и амбиполярная диффузия. Проводимость ионизованного газа. Соотношение Эйнштейна.
4	4 тема. Рождение и гибель заряженных частиц.	Ионизация электронным ударом. Фотоионизация. Эффект Пеннинга. Рекомбинация электронов и положительных ионов. Прилипание электронов к атомам и молекулам.
5	5 тема. Таунсендовский механизм пробоя газа и зажигание самостоятельного разряда.	Несамостоятельный ток в разрядном промежутке. Условие зажигания самостоятельного разряда. Пробой и зажигание самостоятельного разряда в постоянном, однородном электрическом поле. Кривая Пашена.
6	6 тема. Стримерный пробой.	Электронная лавина. Лавинно-стримерный переход. Искровой канал. Понятие о лидерном процессе.
7	7 тема. Основные типы газовых разрядов.	Тлеющий разряд. Распределение параметров разряда по длине разрядного промежутка. ВАХ тлеющего разряда. Определение условий зажигания тлеющего разряда и его поддержания. Катодный слой и положительный столб тлеющего разряда. Переходные области, диффузионные процессы, контракция, стратифицирование.
8	8 тема. Методы исследования газового разряда.	Делители напряжения. Пояс Роговского. Цилиндр Фарадея. Дозиметрическая пленка. Зонд Лэнгмюра. Оптические методы диагностики плазмы разряда: Спектроскопические методы. Аппаратное обеспечение экспериментов.
9	9 тема. Применение газовых разрядов в науке и технике.	Плазмохимические технологии. Искровые коммутаторы. Плазмотроны. Системы накачки и предыонизации газовых лазеров. Импульсные источники электронов, оптического и рентгеновского излучения. Методы: стерилизации, очистки веществ, распыления аэрозоли, управления сверхзвуковыми плазменными потоками. Стимулирование роста растений. Горение и детонация насыщенных углеводородов. Производство озона.



#### 4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

##### 5.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Раздел	Темы занятий	Компетенция	Индикаторы освоения	Текущий контроль, неделя
<b>Семестр 3</b>				
Раздел 1	1 тема. Введение в физику газового разряда. Элементы кинетической теории газов.	ПК-11 ПК-14.1	3-ПК-11; У-ПК-11; В-ПК-11 3-ПК-14.1; У-ПК-14.1; В-ПК-14.1	УО-1
	2 тема. Катодные процессы. Испускание электронов твердыми телами.		3-ПК-11; У-ПК-11; В-ПК-11 3-ПК-14.1; У-ПК-14.1; В-ПК-14.1	УО-2
	3 тема. Дрейф и диффузия заряженных частиц в электрическом поле.		3-ПК-11; У-ПК-11; В-ПК-11 3-ПК-14.1; У-ПК-14.1; В-ПК-14.1	УО-3-4
	4 тема. Рождение и гибель заряженных частиц.		3-ПК-11; У-ПК-11; В-ПК-11 3-ПК-14.1; У-ПК-14.1; В-ПК-14.1	УО-5
	5 тема. Таунсендовский механизм пробоя газа и зажигание самостоятельного разряда.		3-ПК-11; У-ПК-11; В-ПК-11 3-ПК-14.1; У-ПК-14.1; В-ПК-14.1	УО-6-7
	6 тема. Стримерный пробой.		3-ПК-11; У-ПК-11; В-ПК-11 3-ПК-14.1; У-ПК-14.1; В-ПК-14.1	УО-8
	7 тема. Основные типы газовых разрядов.		3-ПК-11; У-ПК-11; В-ПК-11 3-ПК-14.1; У-ПК-14.1; В-ПК-14.1	УО-9-10
	8 тема. Методы исследования газового разряда.		3-ПК-11; У-ПК-11; В-ПК-11 3-ПК-14.1; У-ПК-14.1; В-ПК-14.1	УО-11-12
	9 тема. Применение газовых разрядов в науке и технике.		3-ПК-11; У-ПК-11; В-ПК-11 3-ПК-14.1; У-ПК-14.1; В-ПК-14.1	УО-13-14
<b>Рубежный контроль</b>		ПК-11 ПК-14.1	3-ПК-11; У-ПК-11; В-ПК-11 3-ПК-14.1; У-ПК-14.1; В-ПК-14.1	ДЗ-15
<b>Промежуточная аттестация</b>		ПК-11 ПК-14.1	3-ПК-11; У-ПК-11; В-ПК-11 3-ПК-14.1; У-ПК-14.1; В-ПК-14.1	Зачет-16

## **5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

### **5.2.1 Примерные темы домашнего задания (ДЗ)**

1. Газовый разряд в плазмохимической технологии.
2. Формирование отрицательных и многозарядных ионов.
3. Газовый разряд в современной металлообработке.
4. СВЧ источники плазмы для вакуумных технологий.
5. Газовый разряд в осветительных приборах.
6. Источники рентгеновского излучения на основе газового разряда.
7. Перенапряженные газовые разряды.
8. Тлеющие разряды с полым и накальным катодами.
9. Наносекундный разряд в резконеоднородном поле.
10. Газовые лазеры большой мощности.

#### **Примерные задачи для самостоятельной работы (ДЗ):**

Задача 1. Определить распределение заряженных частиц по сечению цилиндрической разрядной трубки, если образование заряженных частиц в положительном столбе определяется прямой ионизацией, а уничтожение заряженных частиц обусловлено их уходом на стенки.

Задача 2. Оценить область, занимаемую заряженными частицами в случае, когда ионизация происходит в узкой области вблизи оси трубки, а уничтожение заряженных частиц обусловлено их объемной рекомбинацией.

Задача 3. Рассмотреть свойства подобия положительного столба газового разряда, создаваемого в цилиндрической трубке.

Задача 4. Определить перепад давления газа между осью и стенкой трубки.

Задача 5. Самостоятельный разряд устанавливается в цилиндрической трубке длиной  $L$  и радиуса  $r_0$  ( $r_0 \ll L$ ). Получить условие самостоятельности разряда при учете диффузии электронов к стенкам.

### **5.2.2. Примерные задания к устному опросу (УО) и Зачету (Зач)**

1. Элементы кинетической теории газов.
2. Испускание электронов твердыми телами.
3. Дрейф и диффузия заряженных частиц в электрическом поле.
4. Рождение и гибель заряженных частиц.
5. Таунсендовский механизм пробоя газа и зажигание самостоятельного разряда.
6. Стриммерный пробой.
7. Тлеющий разряд.
8. Искровой разряд.
9. Дуговой разряд.
10. Коронный разряд.
11. ВЧ и СВЧ разряды.
12. Поверхностный (скользящий) разряд.
13. Барьерный разряд.
14. Молния.

### 5.2.3. Интерактивная форма, используемая в реализации дисциплины (УО)

При выполнении 10 интерактивных занятий студентам предлагается решить следующие проблемы:

- Мозговой штурм;
- Case-study (анализ конкретных задач или ситуаций);

№	Примерные проблемы для интерактивных занятий	Условия	Методы и средства контроля
1	Разработать метод измерения напряжения на разрядном промежутке	Заданы характеристики источника запитки разряда и условия инициирования разряда, выбрать методы и параметры измерительных устройств	Оценка активности участия студента. Презентация результатов деятельности студентов
2	Разработать метод измерения тока разряда	Заданы характеристики источника запитки разряда и условия инициирования разряда, выбрать методы и параметры измерительных устройств	
3	Разработать метод измерения оптического излучения разряда	Заданы характеристики источника запитки разряда и условия инициирования разряда, выбрать методы и параметры измерительных устройств	
4	Разработать схему подключения осциллографа к высоковольтному газоразрядному стенду	Заданы временных характеристики эксперимента, способы синхронизации оборудования	
5	Рассчитать электрическую прочность газовой изоляции в импульсном разряднике	Заданы геометрические параметры электродной системы разрядника и состав рабочей среды	
6	Предложить методы исследования плазмы наносекундного разряда	Заданы параметры газа, тип электродной системы и амплитуда, приложенного к разрядному промежутку напряжения	

### 5.3. Шкалы оценки образовательных достижений

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
--------------	-------------------------------	-------------	---

90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Райзер Ю.П. Физика газового разряда. М.: Наука. 1987 (1992).
2. Лозанский Э.Д., Фирсов О.Б. Теория искры. М.: Атомиздат. 1975.
3. Леб Л. Основные процессы электрических разрядов в газах 1950.
4. Ретер Г. Электронная лавина и пробой в газах М.: Мир. 1968.
5. Грановский В.Л. Электрический ток в газах. Т.1. Общие вопросы электродинамики газов, 1952. Т.2. Установившейся ток. 1971.
6. Смирнов Б.М. Физика слабоионизованного газа (в задачах с решениями). М.: Наука. 1972.
7. Велихов Е.П., Ковалев А.С. Физические явления в газоразрядной плазме. М.: Наука. 1987. 160с.
8. Королев Ю. Д., Месяц Г. А. Автоэмиссионные и взрывные процессы в газовом разряде // Новосибирск: Наука, 1982.
9. Хаксли Л., Кромптон Р. Диффузия и дрейф электронов в газах. М.: Мир, 1977. 672с.
10. Braithwaite N. St. J. Introduction to gas discharges // Plasma Sources Sci. Technol. 9 (2000) p.p. 517-52.

Lieberman M.A., Lichtenberg A.J. Principles of plasma discharges and materials processing. New York: John Wiley & Sons Inc., 1994. 572 p.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Базелян Э.М., Райзер Ю.П. Искровой разряд. М.: Изд-во МФТИ. 1997.
2. Месяц Г.А. Импульсная энергетика и электроника М.: Наука, 2004, 704с.
3. Райзер Ю.П., Шнейдер М.Н., Яценко Н.А. Высокочастотный емкостной разряд. М.: Наука, 1995. 325с.
4. Смирнов Б.М. Атомные столкновения и элементарные процессы в плазме. М.: Атомиздат, 1968. 364с.
5. Морозов А.И. Введение в плазмодинамику. М.: Физматлит, 2006. 571с.
6. Диагностика плазмы. Под ред. Р. Хадлстоуна и С.Леонарда. Мир, 1967. 516с.
7. Методы исследования плазмы. Под ред. В. Лохте-Хольтгревена. Мир, 1971. 552с.
8. Лебедев Ю.А. Введение в зондовую диагностику плазмы пониженного давления. М.: Изд. МИФИ, 2003. 56с.
9. Энциклопедия низкотемпературной плазмы. Под ред. В.Е.Фортова М.: Наука. 2000, Т.3. разд. VIII, IX; Т.4 разд. XI.
10. Базелян Э.М., Райзер Ю.П. Физика молнии и молниезащиты. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001.
11. Исследования по физике газового разряда. Сборник научных трудов под ред. В.Д. Селемира и А.Е. Дубинова. Саров: ФГУП РФЯЦ-ВНИИЭФ. 2003. 271с.
12. Encyclopedia of Physics. Vol. XXII Gas discharges II. Edit by S.Flugge, Berlin: Springer-Verlag, 1956. 253 p.
13. Conrads H. and Schmidt M. Plasma generation and plasma sources // Plasma Sources Sci. Technol. 9 (2000) p.p. 441-454.
14. Chen F.F. Principles of plasma processing (lecture course) UCLA 2002.

#### **LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:**

1. Федеральный портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru>)
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://window.edu.ru>)
3. Сайт СарФТИ НИЯУ МИФИ (<http://sarfti.ru>), раздел «Учебно-методические пособия»
4. программное обеспечение (среда для LMTO расчетов MindLab 5.0, LMTART), интернет-ресурсы среда Maple, MatLab, базы данных aps.org, Elsiever.

### **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Освоение дисциплины производится на базе учебной лаборатории кафедры в СарФТИ НИЯУ МИФИ учебного корпуса. Лаборатория оснащена современным оборудованием, позволяющим проводить практические занятия. Здесь же проводятся консультации по текущим вопросам и по квалификационным проектам.

### **7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Практические работы являются частью занятия и выполняются под контролем наставника с использованием результатов практических занятий, в том числе – и в качестве практических занятий.

В качестве материально-технического обеспечения используются также ресурсы и программно-аппаратное обеспечение компьютерного класса.

При выполнении практических, научно-исследовательских, опытно-конструкторских, хозяйственных и госбюджетных работ используются современные средства измерения и контроля разных фирм и др.

## 8 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При освоении дисциплины применяются активная и интерактивная формы обучения в сочетании с самостоятельной работой. На аудиторных занятиях происходит изложение нового теоретического материала в виде лекций, разбираются решения типичных задач на применение полученных сведений для более глубокого понимания, проводится контроль выполнения домашних работ. Во время лекционных и практических занятий используются презентации и обсуждаются новые эксперименты и научные исследования, которые появились в научной литературе.

Организация занятий обязательно включает диалог со студентами по вопросам решения задач. Во время контроля выполнения заданий, предложенных для внеаудиторной самостоятельной работы, производится выступление студентов с вариантами решений.

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов состоит из двух взаимосвязанных частей. Первая представляет собой освоение теоретического материала, вторая – приобретение практических навыков решения задач. Освоение теоретического материала производится по лекциям и указанной основной и дополнительной литературе. Решение задач, предложенных в качестве домашнего задания, позволяет студентам научиться решать типичные задачи, возникающие при работе с электрофизическими установками.

Для решения воспитательных и учебных задач дисциплины используется 10 занятий в интерактивной форме (из РУПа).

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки: 03.04.01 «Прикладная математика и физика», профиль подготовки: «Электрофизика»

Автор: преподаватель кафедры ЭФ, Китаев Илья Николаевич

Рецензент: старший преподаватель кафедры ЭФ, Сурдин Олег Михайлович